

Vergleichende Studien
über die Wirkung von Stein- und Siedesalz

München 1957

Oskar Just

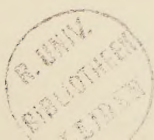
Aus dem Institut für Nahrungsmittelkunde der
Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Komm. Vorstand: Prof. Dr. H. S e d l m e i e r

Vergleichende Studien über
die Wirkung von Stein- und Siedesalz

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde der
Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von
Oskar J u s t
aus
Untergreuth

München 1957



Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. H. Liebmann

Referent: Professor Dr. H. Sedlmeier

Tag der Promotion: 24. Juli 1957

Meiner lieben Mutter



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554018_0092

Inhaltsverzeichnis

	Seite:
A. Einleitung	1
B. Literaturübersicht	2
I. Einteilung der Kochsalze	2
II. Physikalische Eigenschaften der gebräuchlichen Kochsalzarten	2
III. Chemische Zusammensetzung der gebräuchlichen Kochsalzarten	3
IV. Bakteriologische Eigenschaften der Kochsalze	4
V. Die Wirkung von Kochsalz auf Nahrungsmittel	5
C. Eigene Untersuchungen	7
I. Material	7
II. Methodik, Durchführung der Versuche und Besprechung	7
1. Bestimmung von NaCl, Mg, J und PO_4 in den verwendeten Kochsalzen	7
2. Bestimmung der Volumina und Lösungszeit der Salze	8
3. Geschmacksuntersuchungen an Fleisch- Kochsalzgemischen	9
4. Grenzflächenaktivität und Oberflächenspannung der Kochsalzlösungen	12
5. Extraktionswirkung der Kochsalze auf Muskeleiweißkörper	13
6. Quellung	18
7. Wirkung der Kochsalze auf das Wachstum von Salmonellen	21
D. Diskussion	22
E. Zusammenfassung	25

F. Literaturverzeichnis

26

G. Lebenslauf

31

A. Einleitung

Nach dem ersten Weltkrieg fand neben Siedesalz erstmals auch Steinsalz bei der Fleischverarbeitung Verwendung, wodurch sich die Frage ergab, welches Salz für diesen Zweck besser geeignet sei. Obwohl an diesem Problem viel gearbeitet wurde, konnten nur einzelne Fragen geklärt werden. Hauptgegenstand der Betrachtungen war dabei meist die Zusammensetzung dieser Salze. Die Wirkung auf das Wurstbrät wurde bisher nur im Hinblick auf die Möglichkeit des Versalzens erörtert (10).

Stein- und Siedesalz werden in Deutschland aus vorzeitlichen Meeresablagerungen gewonnen. Die Kosten der Siedesalzgewinnung liegen wesentlich höher als diejenigen der Steinsalzgewinnung. Dieser Umstand hat wohl zur Einführung des Steinsalzes geführt.

Kochsalz ist nicht nur ein Gewürz, sondern auch ein lebenswichtiger Stoff (10). Der tägliche Kochsalzbedarf des erwachsenen Menschen beträgt etwa 3 g, Blut und Körpersäfte müssen etwa 6 g im Liter enthalten. Sinkt dieser "Kochsalzblutspiegel", so ist die Gesundheit des Menschen ernsthaft gefährdet (27). Reines NaCl ist für die Ernährung nicht geeignet. Handelsübliches Kochsalz ist ein chemisch unreines Erzeugnis. Neben NaCl enthält es meist K, Mg und Ca. NaCl schädigt den Körper durch vermehrte Wasserretention in den Zellen. Je mehr dem Na entgegenwirkende Mineralstoffe im Kochsalz enthalten sind, insbesondere K, Mg und Ca, um so geringer wird die schädigende Wirkung normaler Kochsalzmengen (27).

Neben der ernährungsphysiologischen Bedeutung ist auch der Einfluß der verschiedenen Kochsalzarten auf Fleisch bei der Verarbeitung von Interesse. Ich habe daher die Aufgabe übernommen, die Wirkung von Stein-, Siede- und Vakuum-salz auf Fleisch im Vergleich zu analysenreinem NaCl zu untersuchen. Meer-, Quell- und Hüttensalze werden nicht berücksichtigt, weil diese Salze in Deutschland bei der Fleischverarbeitung keine praktische Bedeutung haben.

B. Literaturübersicht

I. Einteilung der Kochsalze:

Das Kochsalz teilt K o l l e r (18) nach Ursprung und Gewinnung in Stein-, Sud-, Meer-, Quell- und Hüttensalz ein. In der Fleischwirtschaft kommen hauptsächlich Stein- und Siedesalz zur Verwendung. K o l l e r (20) behauptet, daß diese Salze 60 - 90 % NaCl und 0,1 - 10 % Nebensalze enthalten. Dies steht im Widerspruch zu R ö h r i g (29) und B r e t - n ü t z (3), die bei diesen Salzen einen NaCl-Gehalt von 96 - 99 % finden. Nach K r e i s (23) liegt der Wassergehalt von Stein- und Siedesalz bei 0,08 - 0,19 %.

II. Physikalische Eigenschaften der gebräuchlichen Kochsalzarten:

K r e i s (22) findet, daß sich Steinsalz von Siedesalz bei 50-facher Vergrößerung im Mikroskop unterscheiden läßt. Nach G r a u (10) und K r e i s (22) hat sich das bergmännisch gewonnene Steinsalz durch die Länge der vorgeschichtlichen Eintrocknungsperiode zu mächtigen Würfeln ausgebildet, die sehr dicht und hart sind. Das Siedesalz gewinnt man durch Eindampfen kochsalz- (steinsalz-) haltiger Sole. Die aus den konzentrierten gereinigten Lösungen entstehenden ersten Kristalle sind würfelförmig und sehr klein (10). Diese winzigen Würfel werden von der Salzlösung zwar noch in der Schwebe gehalten, sinken aber etwas unter die Oberfläche. An den 4 Seitenkanten setzen sich neue winzige NaCl-Würfel an, den Anfang einer kleinen mit der Spitze nach unten weisenden Hohlpyramide bildend. Die wegen ihres größeren Gewichtes wieder tiefer gesunkene aber noch in der Schwebe gehaltene Pyramide bildet in den freien Kanten erneute Ansatzmöglichkeiten für weitere winzige Würfel. So geht der Bau der Hohlpyramide fort, bis sie infolge ihrer Schwere zu Boden sinkt. Jedes einzelne Salzteilchen bildet daher eine raumfüllende, bröckelige, aus kleinsten Einzelwürfeln bestehende Hohlpyramide. Dieser Unterschied in der äußeren Form macht sich besonders auffällig bei gröberen Kochsalzen in Volumengewicht und Lösungsgeschwindigkeit bemerkbar (10). Das Gewicht eines bestimmten Volumenteils Siedesalz ist geringer als das eines gleichkörnigen Steinsalzes (29). Je feiner die Mahlung, desto geringer ist der Unterschied (29). So hat 1 kg Siedesalz ein Volumen von 1046 - 1363 ccm, 1 kg Steinsalz ein solches von nur 875 - 958 ccm. Dieser Umstand hatte dazu geführt, daß sich die Metzger in den Mengen vergriffen haben (10, 20, 27, 28).

In der Lösungsgeschwindigkeit bestehen ebenfalls Unterschiede, und zwar hauptsächlich bei Stein- und Siedesalz von größerem Korn (29). Schon an der kristallinen Struktur ist zu erkennen, daß Steinsalz längere Zeit zum Auflösen benötigt. Die geringere Lösungsgeschwindigkeit hat im Brät zur Folge, daß das Wurstgut zunächst zu milde gesalzen erscheint und der Fleischer sich zu einer weiteren Zugabe von Salz veranlaßt sieht. Der Erfolg ist dann ein Übersalzenes Erzeugnis (8). R ö h r i g (29, 30) hat Versuche über die Löslichkeit verschiedener Kochsalzarten unternommen und kam zu dem Schluß, daß trotz unterschiedlicher Lösungsgeschwindigkeit Steinsalz genau so gut löslich ist wie Siedesalz.

III. Chemische Zusammensetzung der gebräuchlichen Kochsalzarten:

Nach Z e l l n e r (38) bestehen heute keine Unterschiede mehr in der Zusammensetzung des Speisesiede- und Speisesteinsalzes, da die Reinigungsmethoden bei der Steinsalzgewinnung verbessert wurden. G r a u (10) nannte als wichtigste Verunreinigungen CaSO_4 , Na_2SO_4 und MgCl_2 . Der einzige Unterschied soll im Gehalt an CaSO_4 bestehen, das im Steinsalz in wasserfreier, sehr schwer löslicher Form des Anhydrits, im Siedesalz jedoch als leichter löslicher kristallwasserhaltiger Gips vorliegt. B r e t n ü t z (3) untersuchte das Steinsalz vom Benneker Salzgebirge bei Hannover und fand neben NaCl und Wasser, MgSO_4 , K_2SO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 , KCl und CaSO_4 . Nach H e f e l m a n n (13) enthalten manche Kochsalzarten so viel Bor, daß dies einer Boraxmenge bis zu 12 % entspricht. R ö h r i g (29) macht CaCl_2 und MgCl_2 für die "Schärfe" des Salzes verantwortlich. Aus seinen Tabellen ist zu ersehen, daß keine wesentlichen Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Salze bestehen. Es handelt sich dabei um folgende Salzarten: Lüneburg Vakuumsalz, Lüneburg Siedesalz, Sülbeck, Rosenheim, Schönebeck, Egestorff Vakuumsalz, Egestorff Siedesalz, Sulza, Heilbronn Hütten-
salz, Heilbronn Siedesalz, Salzungen, Oberlaim, Stade, Asse, Bartensleben, Wefensleben, Sonnensalz, Erweka, Asse Speisesalz.

Für die Zusammensetzung von Tafelsalzen (Cerebros und Gresil) wurden folgende Analysenwerte gefunden (22); zum Vergleich werden noch einige Analysenwerte R ö h r i g ' s (29) angeführt:

	Cerebros %	Gresil %	Lüneburg- Vakuumsalz%	Lüneburg- Siedesalz %	Asse Steins.%
Wasser	0,60	0,90	-	-	-
CaPO ₄	2,50	2,70	-	-	-
Na ₂ SO ₄	1,57	0,14	-	0,104	-
MgCl ₂	0,53	-	0,049	-	-
Al ₂ O ₃ u. FeO	0,26	-	-	-	-
NaCl	93,48	96,26	99,18	98,04	97,71

Die Tafelsalze weisen also einen wesentlich geringeren Gehalt an NaCl im Vergleich zu den von R ö h r i g untersuchten Salzen auf. Ca, Na und Mg sind dagegen in den Tafelsalzen in höheren Mengen enthalten.

IV. Bakteriologische Eigenschaften des Kochsalzes:

Früher wurde dem NaCl eine stark bakterizide Wirkung zugeschrieben, weshalb es seit altersher zur Konservierung von Fleisch Verwendung findet (2). Diese Ansicht mußte revidiert werden, denn man hatte Mikroorganismen gefunden, die sich selbst in konzentrierten Salzlösungen noch vermehren. Diese Bakterien sind häufig nicht in der Lage auf Nährböden mit geringem Salzgehalt zu wachsen. Es gibt auch ursprünglich nicht halophile Keime, die sich salzhaltigen Medien anpassen können. Der Feststellung, daß dem Salz keine bakterizide, sondern lediglich eine schützende Wirkung zukommt, liegt die von K o c h 1881 erkannte Tatsache zugrunde, daß das zur Konservierung verwendete NaCl oft Verunreinigungen mit Bakterien enthält. Die Verunreinigungen von Salz, sofern es sich dabei nicht um fäulnishervorrufende Anaerobier handelt, hat keine besondere Bedeutung (2). T r e s s l e r und M u r r a y (35) geben als typische Flora des Sonnensalzes *Serratia*, *Achromobakter* und Mikrokokken an. In manchen Kochsalzarten werden pro Gramm ca. 100.000 Mikroorganismen besonders Mikrokokken und aerobe Sporenbildner gefunden.

B e r g m a n n und S e i d e l (2) führten Versuche mit gewöhnlichem Agar und gewöhnlicher Bouillon in verschiedenen Kochsalzkonzentrationen aus. Die Ablesung erfolgte nach 24-stündiger Bebrütung bei 37° c. Aus den Kulturversuchen von B e r g m a n n und S e i d e l ergibt sich, daß

bei einem Kochsalzgehalt von 8 - 10 % in den Nährmedien die Lebensfähigkeit verschiedener Salmonellatypen beeinträchtigt bzw. aufgehoben wird. Vergleichsversuche mit Enterobacteriaceen, Kokken und aeroben Sporenbildnern ergaben die gleichen Resultate (2).

M ü l l e r (26) berichtet, daß sich in 4 von 15 deutschen Steinsalzarten echte halophile Bakterien befinden. Sie kommen auch in spanischen und französischen Meersalzen vor. Siedesalze sind keimfrei.

V. Die Wirkung von Kochsalz auf Nahrungsmittel:

Die Wirkung verschiedener Kochsalzarten auf Nahrungsmittel ist bisher wenig untersucht worden. Es ist lediglich bekannt, daß gewisse Delikatessen wie Salzheringe und Sardinen nur bestimmte Salzarten vertragen (10). Feinsalz und portugiesisches Salz (Meersalz) verbessern Haltbarkeit, Frische, Aussehen und Festigkeit des Fisches, so daß diese Salze für diesen Zweck anderen vorzuziehen sind (10, 26).

Die Wirkung des Kochsalzes besteht insbesondere auf der Wirkung von Salzionen auf Muskelproteine. Nach G r a u (10) soll es zwischen den verschiedenen Kochsalzarten hinsichtlich ihrer Wirkung auf Fleisch keine Unterschiede geben. Die Vorstellung über das Verhalten des Fleisches bei der Verarbeitung wurden durch die Untersuchungen von K o t t e r (21) allerdings in ein neues Licht gerückt: Die geschmacklich optimale Kochsalzmenge schafft im Brät ein Ionenmilieu, das die Lösung des Aktomyosins einleitet. Das gelöste Aktomyosin stellt beim späteren Brühen die Verbindung zwischen den festen Fleisch- und Fetteilchen her und garantiert so eine zusammenhängende Koagulation des Wurstgutes. Faserzerstörung und Peptisation der fibrillären Muskeleiweißkörper sind die fundamentalen Vorgänge bei der Brühwurstfabrikation; nicht auf die Quellung kommt es an. In ganz besonderem Maße fördern organische und anorganische Polyphosphate die Extraktion des Myosins; eine genügend hohe Ionenstärke muß gesichert sein. Aus diesem Grunde erfolgt bevorzugt eine Verarbeitung des schlachtwarmen Fleisches, weil hierbei die extraktionsfördernde Wirkung der ATP, des physiologischen Weichmachers des Muskels, noch ausgenutzt werden kann. Im Verlaufe der postmortalen Veränderungen des Fleisches wird aber die ATP abgebaut. Die eigentliche Wirkung der kondensierten Phosphate besteht in der Dissoziation des Aktomyosins in L-Myosin und Aktin, wofür die Bindung des Phosphations an das Eiweiß Voraussetzung ist. Diese Bindung wird durch Mg-Ionen vermittelt. Inwiefern

Kochsalz, das hauptsächlich durch die Erhöhung der Ionen-Stärke die Löslichkeit und Extrahierbarkeit des Aktomyosins ermöglicht, darüber hinaus durch seine Verunreinigung mit Mg-Salzen, die Polyphosphat-Eiweiß-Bindung eventuell fördern kann, ist allerdings noch ungeklärt. An Modellversuchen mit NaCl und $MgCl_2$ haben W i e r b i c k i u.a. (37) festgestellt, daß $MgCl_2$ und $CaCl_2$ den p_H von rohem Fleisch erniedrigen und eine höhere Wasserbindung ermöglichen. In gekochtem Fleisch ist dies nicht mehr der Fall. Bei einer Erhitzung auf $70^\circ C$ liegt das Wasserbindungsvermögen von $MgCl_2$ und NaCl etwa gleich. Das in einer Kurve graphisch darstellbare Wasserbindungsvermögen fällt bei einer 4 % Konzentration bei NaCl wesentlich geringer ab als bei $MgCl_2$. Bei 12 % Konzentrationen der beiden Salze ist ein Anstieg zu sehen, die Unterschiede bleiben aber die gleichen.

S w i f t und E l l i s (34) nehmen jedoch für Mg einen spezifischen Effekt an und lehnen diesen andererseits für Pyrophosphat ab. Den Untersuchungen dieser Autoren kommt jedoch keine eindeutig beweisende Kraft zu, weil sie $MgCl_2$ nur in Gegenwart von Pyrophosphat geprüft haben. Nach K o t t e r (21) haben die Autoren bisher nur erneut bestätigt, daß eine dissoziierende Wirkung sich nur in Gegenwart von Mg entfalten kann.

Den Jod-Ionen sprechen S w i f t und E l l i s ebenfalls eine spezifische Wirkung zu. KJ bewirkte auch in Abwesenheit von Pyrophosphat eine deutliche Förderung der Wasserzurückhaltung im Sediment. Dieses Phänomen ist jedoch in der Muskelphysiologie bereits bekannt gewesen (8, 9, 34). Man weiß jedoch auch, daß Erhöhungen des p_H -Wertes und der Ionenstärke ebenfalls zu einer Erhöhung der Dissoziation führen. Bei der p_H -verschiebung ist es die Änderung des Ladungszustandes. Änderungen des Ladungszustandes sind jedoch auch auf anderem Wege möglich. G h o s c h und M i h á l y i (9) und vor allem auch E r d ö s (8) haben gezeigt, daß Jod das Säurebasengleichgewicht der Proteine viel stärker beeinflußt als Cl.

Nach D u b u i s s o n (5) kann eine dissoziierende Wirkung auch durch hohe Ionenstärke sonst nicht spezifisch wirkender Salze erreicht werden. Es ist allerdings unwahrscheinlich, daß NaCl bei den im Brät verwendeten Mengen eine nennenswerte Dissoziation auslöst.

C. Eigene Untersuchungen

Gegenstand der Untersuchungen ist die Wirkung verschiedener handelsüblicher Kochsalze auf Fleisch bei der Verarbeitung. Zuerst werden die Bestandteile (NaCl , Mg , J und PO_4) der verwendeten Salze bestimmt, ihre Volumina gemessen und die Lösungszeit ermittelt. Die Oberflächen- und die Grenzflächenspannung gegenüber Olivenöl werden ebenfalls bestimmt. Dann wird sowohl die quellungsbe-günstigende als auch die extraktionsfördernde Wirkung der verschiedenen Salze auf Muskelproteine eingehend untersucht und die Geschmackswirkung auf das Fleisch geprüft. Schließlich wird noch die Beeinflussung des Wachstums von Salmonellen durch verschiedene Kochsalzmengen studiert.

Bei den Versuchen finden folgende Salze Verwendung:

I. Material:

Analysenreines NaCl

Steinsalz : Schöninger Siedesalz/Körnung fein
 Saline Lüneburg/Siedesalz Nr. 2

Vakuumsalz: Saline Lüneburg

Steinsalze: Sonnensalz
 Rheinsalz

II. Methodik und Durchführung der Versuche und Besprechung:

1. Bestimmung von NaCl , Mg , J und PO_4 in den verwendeten Kochsalzen

a) Das NaCl wurde quantitativ nach Mohr bestimmt.

b) Zum Nachweis von Mg wurde jeweils zuerst die qualitative Methode nach J a n d e r (16) herangezogen. Die Untersuchung wurde im einzelnen wie folgt ausgeführt: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{OH}$ bilden mit Mg einen weissen kristallinen Niederschlag von $\text{Mg}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$. Der Niederschlag wird auf einen Objektträger gebracht und unter dem Mikroskop beobachtet. Bei Anwesenheit von Mg sind rhombische Kristalle sichtbar.

Hierauf wurde das Mg quantitativ nach Autenrieth-Keller (1) ermittelt. Mg wird als $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ gefällt und als Mg-Pyrophosphat gewogen.

c) Der Nachweis von Jod erfolgt nach Jander (16). Oxydationsmittel wie $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ oder H_2O_2 machen in saurer Lösung J frei. Freies J färbt Stärkelösung blau.

d) Der PO_4 -Nachweis wurde wie folgt durchgeführt: Die zu untersuchende Lösung wird mit verdünnter HNO_3 angesäuert und fast bis zum Sieden gebracht. Hierauf wird der gleiche Teil Ammoniummolybdatlösung zugesetzt und bis zum Sieden erhitzt. Ein gelber Niederschlag zeigt die Anwesenheit von PO_4 an. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle I zusammengefaßt:

Tabelle I: Gehalte der Kochsalze an NaCl und Mg sowie Nachweis von J und PO_4

Kochsalzarten:	NaCl in %	Mg in %	J qual.	PO_4 qual.
Analysensalz	99,91	0,001	-	-
Schöninger	99,11	0,139	-	+
Lüneburg-Nr. 2	99,72	0,259	-	+
Lüneburg V.	99,76	0,302	-	+
Sonnensalz	98,74	0,15	-	+
Rheinsalz	98,94	0,144	-	+

Besprechung der Ergebnisse: Der NaCl-Gehalt des Steinsalzes mit ungefähr 98,7 % liegt um 1 % tiefer als die NaCl-Gehalte von Siedesalz und Analysensalz. Mg ist im Steinsalz mit rund 0,15 % wesentlich geringer enthalten als im Siedesalz von Saline Lüneburg. Bei Schöninger Siedesalz stimmt der Gehalt an Mg mit Steinsalz aber ziemlich überein. Bei der qualitativen Untersuchung auf PO_4 traten nur schwache Reaktionen ein, die PO_4 -Gehalte müssen also ziemlich niedrig sein.

2. Bestimmung der Volumina und Lösungszeiten der Salze:

a) Messung des Volumens: Je 10 g Salz wurden auf der Analysenwaage eingewogen und in einen 100 ml Meßzylinder gegeben, der vorher mit 10 ccm Olem Lini beschrift war. Der Meniskusstand des Öls wurde vor und nach der Salzzugabe abgelesen und die daraus gebildete Differenz ergab das Salzvolumen. Hierauf

wurden die Zylinder in ein Vakuum gebracht. Weitere Ablesungen erfolgten nach 15, 30, 45 und 60 Minuten sowie bei Volumenkonstanz nach etwa 6 Stunden. Die Ergebnisse sind aus Tabelle II zu ersehen und stellen Mittelwerte von je 5 Untersuchungen dar.

b) Lösungsgeschwindigkeit: Die Lösungsgeschwindigkeit wurde bestimmt, indem 30 g der zu untersuchenden Salzarten in 1000 ml Aqua dest. bei Zimmertemperatur (17°C) aufgeschwemmt und unter kräftigem Schütteln aufgelöst wurden. Die bis zur Auflösung der letzten Kristalle benötigte Zeit wurde registriert.

Tabelle II: Volumina der Salze und ihre Lösungsgeschwindigkeit.

Kochsalzarten	Volumen in ccm v. 1 kg Salz					Lösungsgeschwindigkeit in Aqua dest. bei 17°C in min.
	0 min.	15 min.	30 min.	60 min.	6 h.	
Analysensalz	1010	980	960	960	960	3
Schöninger	1155	1100	1050	1020	990	5
Lüneburg-Nr. 2	1355	1280	1200	1050	1010	8
Lüneburg V.	1150	1130	1090	1060	980	4
Sonnensalz	980	970	960	960	960	15
Rheinsalz	990	975	970	950	940	16

Besprechung der Ergebnisse: Bei der ersten Messung, die ohne Vakuum durchgeführt wurde, lag das Volumen von Siedesalz um 100 - 300 ccm pro kg höher als das Steinsalzvolumen. Bei Luftentzug stellte sich das Steinsalzvolumen nach einer halben Stunde auf 940 - 970 ccm pro kg ein. Erst nach 6-stündiger Anwendung des Vakuums erreichten die Siedesalze etwa die Volumenwerte des Steinsalzes. Steinsalz benötigt wesentlich längere Auflösungszeiten als Siedesalz. Saline Lüneburg Körnung 2 ist etwas schwerer löslich als Schöninger Siedesalz.

3. Geschmacksuntersuchungen an Fleisch-Kochsalzgemischen:

a) Methoden und Ergebnisse: Bei der Geschmacksprüfung der verschiedenen Salze kam es hauptsächlich auf die Erfassung von Geschmacksabweichungen vom analysenreinen NaCl an. Eine Geschmacksprüfung streng nach der Methode

von K a n z (18) war nicht möglich, weil entsprechend vorbereitete Testpersonen nicht zur Verfügung standen.

J e l l i n e k (17) hat anhand in- und ausländischer Literatur eine Zusammenstellung der Testmöglichkeiten veröffentlicht. Er unterscheidet zwischen Unterschiedsprüfungen und Qualitätsprüfungen: Unterschiedsprüfungen zeigen kleine Unterschiede an, Qualitätsprüfungen lassen nur große Unterschiede feststellen. Da es sich bei den zu untersuchenden Salzarten nur um kleine Unterschiede handeln kann, wird nur auf die Methodik seiner Unterschiedsprüfungen eingegangen.

aa) Einprobenmethode: Hierbei soll eine einzige Probe immer wieder erkannt werden. Zu Beginn der Prüfung wird dem Prüfer mehrmals eine Vergleichsprobe (O) gereicht, damit er mit ihr vertraut wird. Dann bekommt er mehrere Proben (A), jeweils einzeln in beliebiger Reihenfolge vorgelegt und soll nur sagen, ob diese Probe mit der Vergleichsprobe identisch ist oder nicht.

Verabreichungsschema:

O - O - O - A - A - A (A = Abweichung, O = Test)

bb) Zweiprobenmethode: Hier werden dem Prüfer zwei Proben vorgelegt, die er beide kostet und feststellt, ob es sich um gleiche oder verschiedene Proben handelt. Als Vergleichsprobe O wird stets dasjenige Prüfgut gewählt, mit dem der Prüfer näher vertraut ist.

Verabreichungsschema:

OA OO AO OO

cc) Duo - Trio - Methode: Diese Probe steht zwischen der Zweiproben- und der Dreiecksmethode. Der Prüfer erhält zuerst eine Vergleichsprobe O und dann 2 Proben, wovon eine mit der Vergleichsprobe identisch ist und die andere davon abweicht.

Verabreichungsschema:

O - O - A oder O - A - O

dd) Dreiecksmethode: Hier sind die Proben in einem Dreieck angeordnet. Der Prüfer erhält 3 Proben, von denen wiederum 2 der Test sind und eine die zu untersuchende Probe darstellt. Die Reihenfolge in jeder Gruppe wird variiert.

Verabreichungsschema:



ee) Zweivergleichsprobenmethode: Diese weicht von der Duo - Trio - Methode darin ab, daß zwei Vergleichsproben vom Test zu unterscheiden sind.

Verabreichungsschema:

$O_1 - O_2 - A_1 - A_2$

$O_1 - O_2 - A_2 - A_1$

ff) Verdünnungsprobe: Dies ist eine Zweivergleichsprobenmethode, die hauptsächlich dazu dienen soll, Trockensubstanz als Beimischung zu Frischsubstanz (z.B. Milchpulver zu Frischmilch) nachzuweisen. Bei der Verdünnungsprobe werden in aufgelöstem Zustand steigende Mengen einer Trockensubstanz der entsprechenden Frischsubstanz beigemischt, wobei festgestellt werden soll, bei welcher Verdünnungszahl die beigemengte Trockensubstanz herausgeschmeckt werden kann. Für die hier durchgeführten Versuche wurde die Dreiecksprobe gewählt, die J e l l i n e k (15) als die sicherste empfiehlt. Von Sehnen und Fett weitgehend befreites Rindfleisch wurde im Wolf durch die feine Scheibe getrieben. Hiervon wurden 25 g abgewogen und mit 3 cm einer 3%igen Lösung der verschiedenen Salzarten versetzt. Mit einem Löffel wurde der Fleischbrei in einer Petrischale gründlich durchmischt. Vier Doktoranden des Instituts stellten sich als Testpersonen zur Verfügung. Zunächst hatten sie sich auf das Analysensalz-Fleisch-Gemisch einzutesten. Auf einem Spatel wurde ihnen ein nußgroßes Stück des Fleischbreies gereicht. Nach jeder Probe wurde der Mund mit Aqua dest. ausgespült. Für jede Probenreihe wurden 7 Proben hergestellt: zwei Proben mit Analysensalz und je eine mit den anderen Salzarten. Die Versuche wurden je 5 mal durchgeführt.

Die genannten Versuchspersonen konnten die untersuchten Stein- und Siedesalz-

ze geschmacklich nicht vom analysenreinen NaCl unterscheiden. Auch waren keine Unterschiede zwischen Stein- und Siedesalz wahrnehmbar.

Mit den gleichen Testpersonen wurde noch versucht, Unterschiede im Geruch festzustellen. Die Herstellung des Fleischgemisches erfolgte analog den Geschmackssproben. Jede einzelne Probe wurde dann in einem 200 ccm-Erlmayerkolben mit 100 ccm Aqua dest. versetzt und erhitzt. Vergleichsprobe war wiederum das Analysensalzgemisch. Die Abstufung erfolgte wie bei den Geschmackssproben. Zunächst wurden die entweichenden Dämpfe "berochen". Nach erfolgter Abkühlung wurde wieder getestet. Auch in geruchlicher Hinsicht konnten die Testpersonen keine Unterschiede feststellen.

4. Grenzflächenaktivität und Oberflächenspannung der Kochsalzlösungen

Die Oberflächenspannung und die Grenzflächenspannung wurde von 3%igen Kochsalzlösungen und 2,5%igen Kochsalzlösungen + 0,5 % Pyrophosphat bestimmt. Zur Messung der Oberflächen- und Grenzflächenspannung wurde die statische, und zwar die Abreißmethode angewendet. Als Meßinstrument wurde das Interfacial-Tensiometer nach Lécomte du Nouy, modifiziert nach Seelich, verwendet (Herstellerfirma A. Krüss, Hamburg). Eine genaue Beschreibung dieses Gerätes hat Gruber (11) gegeben. Die Grenzflächenspannung wurde gegen Olivenöl gemessen.

Tabelle III:

Salzarten	Kochsalzlösungen			+0,5% Pyrophosphat		
	p _H	Oberfl.Sp. dyn/cm	Grenzfl.Sp. dyn/cm	p _H	Ob.fl.Sp. dyn/cm	Gr.fl.Sp. dyn/cm
Analysensalz	6,0	74,1	15,5	9	74,3	1,3
Schöninger	7,85	76,1	16,6	8,8	76,3	1,2
Lüneburg Nr.2	8,2	86,3	16,4	9,4	76,4	1,2
Lüneburg V.	8,1	76,1	16,6	9,3	76,4	1,2
Sonnensalz	8,0	67,3	15,5	9,3	74,4	1,1
Rheinsalz	8,0	66,3	15,5	9,4	74,2	1,1

Besprechung der Ergebnisse: Siedesalz und Vakuumsalz haben eine um 2 dyn/cm höheren Oberflächenspannung als reines Analysensalz. Auffallend ist der Wert für die Oberflächenspannung des Steinsalzes mit rund 67 dyn/cm. Siedesalz zeigt gegenüber Analysensalz nur geringgradige Abweichungen in der Grenzflä-

chenaktivität. Die zusätzlich mit Pyrophosphat versetzten Lösungen zeigen in der Oberflächenspannung keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den nur mit Kochsalz versetzten Lösungen. Die Grenzflächenspannung dagegen ist stark erniedrigt. Da die Salze in der Grenzfläche keine signifikanten Unterschiede zeigen, ist auch im eiweißhaltigen Substrat kein Unterschied zu erwarten.

5. Extraktionswirkung der Kochsalze auf Muskeleiweißkörper

Von den angeführten Salzen wurden 3%ige Lösungen hergestellt. Gleichzeitig wurde eine 2,5%ige Lösung mit 0,5% Pyrophosphat versetzt.

Von einem Jungbullen wird möglichst sehnens- und fettfreie Muskulatur entnommen, auf 0 °C abgekühlt, anschließend von Fett, Sehnen und Bindegewebe weitgehend befreit und im Wolf (feine Scheibe) zerkleinert. Hierauf werden Portionen von je 50 g eingewogen und mit je 100 g der zu untersuchenden Salzlösungen versetzt. In den Salzlösungen wurde vorher das p_H bestimmt. Im Starmix wird bei Stufe 3 eine Minute lang zerkleinert. 60 g dieses Gemisches werden mit 160 g Salzlösung vermischt. Diese Aufschwemmung wird eine Stunde lang bei 0 °C durch ein Rührwerk bewegt und anschließend 10 Minuten lang bei 10.000 xg zentrifugiert. Die Überstehende Flüssigkeit wird abgegossen, gewogen und das p_H bestimmt. Für die Gesamt-N-Bestimmungen werden jeweils 10 g Extrakt eingewogen. 5 g werden mit 150 ccm Aqua dest. verdünnt, um die wasserunlöslichen Eiweißkörper des Muskels auszufällen, die dann bei 10.000 xg abzentrifugiert werden. Vorher wurden der Gesamt-N und der Rest-N der Muskulatur bestimmt.

Die Stickstoffbestimmungen werden nach der Methode von Kjeldahl ausgeführt.

Für die Versuchsreihen wird schlachtwarms Fleisch und Fleisch nach 24-stündiger Lagerung bei etwa 4 °C verwendet.

Berechnungsschema: (21)

$$\frac{N\% \text{ im Extrakt} \times \text{Extraktmenge}}{100}$$

$$= \text{extrahiertes Gesamt-N}$$

$$\frac{\text{extrahierter Gesamt-N} \times 100}{\text{Muskeleinwaage}}$$

$$= \text{extrah. Gesamt-N in } \%_M$$

$$\begin{array}{l} \text{extrahierter} \\ \text{Gesamt-N in \%}_M \end{array} - \text{Rest-N in \%}_M = \text{extrah. Gesamteiweiß-N in \%}_M$$

$$\frac{\text{extrahierter Gesamt-Eiweiß-N in \%}_M \times 100}{\text{Eiweiß-N-Konzentration in der Muskulatur}} = \text{extrahierter Gesamteiweiß-N in \%}_M$$

$$\begin{array}{l} \text{N-Menge in 5 g} \\ \text{myosinfreiem Extrakt} \times \text{Extraktmenge} \\ 5 \end{array} = \text{extrah. wasserlösl. N}$$

$$\frac{\text{extrahierter wasserlösl. N} \times 100}{\text{Muskeleinwaage}} = \text{extrahierter wasserlösl. N in \%}_M$$

$$\begin{array}{l} \text{extrahierter wasser-} \\ \text{lösl. N in \%}_M \end{array} - \text{Rest-N in \%}_M = \text{extrahierter wasserlösl. Eiweiß-N in \%}_M$$

$$\begin{array}{l} \text{extrahierter} \\ \text{wasserlösl. Eiweiß-N in \%}_M \times 100 \\ \text{Eiweiß-N-Konzentration im Muskel} \end{array} = \text{extrahierter wasserlösl. Eiweiß-N in \%}_{EN}$$

$$\begin{array}{l} \text{extrahierter Gesamt-} \\ \text{Eiweiß-N in \%}_{EN} \end{array} - \begin{array}{l} \text{extrahierter} \\ \text{wasserlösl.} \\ \text{Eiweiß-N in \%}_{EN} \end{array} = \text{extrah. Myosin in \%}_{EN}$$

$$\%_M = \text{bezogen auf die Muskulatur}$$

$$\%_{EN} = \text{bezogen auf Eiweiß-N der Muskulatur}$$

Tabelle IV: Extraktionsergebnis mit den verschiedenen Kochsalzen in 3%igen Lösungen bei schlachtwarmem Fleisch.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Salzes	p _H der Extraktionslösung	p _H des Extraktes	extrah. Eiweiß-N in % des Muskeleiweiß-N arithm. Mittel in ()	extrah. glob. Eiweiß-N in % d. Musk.-Eiweiß-N arithm. Mittel in ()	extrah. fibr. Eiweiß-N in % des Muskeleiweiß-N in arith. Mittel in ()
1	NaCl	6,0	5,86	34,18	15,88	18,30
2		6,0	5,76	33,03	20,64	13,59
3		6,0	5,90	35,08 (34,26)	18,48 (19,01)	16,60 (15,55)
4		6,1	6,00	34,75	21,05	13,70
5	Schöninger	7,89	6,38	42,15	17,81	24,34
6	Siedesalz	7,98	5,40	46,02	25,48	20,54
7	Körnung fein	8,00	6,77	54,42 (48,59)	27,12 (24,28)	27,30 (24,32)
8		8,02	6,14	51,80	26,70	25,10
9	Saline	8,05	5,91	54,26	25,80	29,46
10	Lüneburg	8,05	5,34	52,61	26,85	25,76
11	Siedesalz	8,20	6,10	49,42 (51,85)	24,41 (26,05)	25,01 (26,05)
12	Nr. 2	8,20	6,00	51,10	27,12	23,98
13	Saline	8,00	6,08	33,78	16,90	16,88
14	Lüneburg	8,00	5,46	42,51	24,75	17,76
15	Vakuumsalz	8,08	6,10	43,06 (41,08)	22,08 (22,45)	20,98 (18,66)
16		8,08	6,12	45,08	26,05	19,03
17	Sonnensalz	8,00	6,06	30,75	17,41	13,34
18	Steinsalz	8,00	5,40	37,59	18,35	19,24
19		7,69	5,95	42,06 (36,62)	19,07 (19,49)	22,99 (17,13)
20		7,70	6,12	36,07	23,11	12,96
21	Rheinsalz	8,00	6,05	31,75	17,80	13,95
22	Steinsalz	8,00	5,95	41,07	19,20	21,87
23		7,80	5,90	37,06 (38,41)	21,50 (20,8)	15,56 (15,11)
24		7,90	5,84	33,75	24,70	9,05

Tabelle V: Extraktionsergebnisse mit den verschiedenen Kochsalzen in 3%iger Lösung nach 24-stündiger Lagerung des Fleisches bei etwa 4° C.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Salzes	p _H der Extraktionslösung	p _H des Extraktes	extrah. Eiweiß-N in % des Muskeleiweiß-N arithm. Mittel in ()	extrah. glob. Eiweiß-N in % d. Muskel-Eiweiß-N arithm. Mittel in ()	extrah. fibr. Eiweiß-N in % des Muskel-eiweiß-N arithm. Mitt. in ()
1	NaCl	6,0	5,40	18,48	16,81	1,67
2		6,0	6,14	19,42	16,78	2,64
3		6,0	6,20	21,35 (19,75)	15,04 (16,64)	6,31 (3,07)
4		6,1	5,76	19,73	17,06	1,67
5	Schöninger	7,89	5,40	24,69	13,39	11,30
6	Siedesalz	7,98	6,14	32,67	16,60	16,07
7	Körnung fein	8,0	6,20	28,24 (27,69)	14,40 (14,79)	13,84 (12,67)
8		8,02	6,55	25,75	5,75	9,45
9	Saline	8,05	5,34	33,10	19,41	13,89
10	Lüneburg	8,05	6,00	31,32	19,20	12,12
11	Siedesalz	8,20	5,80	33,20 (31,97)	21,24 (18,51)	11,96 (13,54)
12	Nr. 2	8,20	6,05	30,27	14,18	16,09
13	Saline	8,05	5,46	24,02	14,21	9,81
14	Lüneburg	8,05	5,55	26,75	10,07	16,74
15	Vakuumsalz	8,20	5,90	25,04 (24,54)	15,02 (12,58)	10,02 (11,71)
16		8,20	6,13	22,35	11,06	10,29
17	Sonnensalz	8,00	5,95	20,79	12,01	8,70
18	Steinsalz	8,00	6,12	21,87	12,21	9,46
19		7,69	6,20	23,26 (20,99)	10,05 (12,18)	13,21 (9,01)
20		7,70	6,12	18,04	14,46	14,58
21	Rheinsalz	8,00	5,80	19,06	12,60	6,46
22	Steinsalz	8,00	5,40	21,53	13,20	8,33
23		7,80	6,10	24,60 (21,27)	12,10 (15,99)	11,50 (7,53)
24		7,90	5,70	19,90	6,07	3,83

Tabelle VI: Extraktionsergebnisse mit den verschiedenen Kochsalzen in 2,5%iger Lösung bei Anwesenheit von 0,5% Pyrophosphat.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Salzes	p _H der Extraktionslösung	p _H des Extraktes	extrah. Eiweiß-N in % des Muskeleiweiß-N arithm. Mittel in ()	extrah. globärrer Eiweiß-N in % d. Muskel-Eiweiß-N arithm. Mittel in ()	extrah. fibr. Eiweiß-N in % d. Muskel-eiweiß-N arithm. Mitt. in ()
1	NaCl	9,41	6,93	45,51	17,18	28,33
2		9,41	6,77	25,32	22,00	23,32
3	+Na ₄ P ₂ O ₇	9,60	7,37	37,21 (44,55)	19,21 (19,18)	18,00 (22,87)
4		9,60	7,37	50,18	18,34	21,84
5	Schöninger	8,83	6,72	49,99	23,30	26,69
6	Siedesalz	8,83	7,43	45,80	27,38	18,42
7	Körnung f.	9,20	6,76	46,75 (49,99)	27,75 (24,01)	19,00 (25,51)
8	+Na ₄ P ₂ O ₇	9,20	6,98	57,40	29,60	27,80
9	Saline	9,50	6,75	51,10	22,73	28,37
10	Lüneburg	9,50	7,36	55,87	24,91	30,96
11	Siedesalz	9,30	6,58	45,68 (50,20)	24,18 (24,14)	21,50 (26,05)
12	Nr. 2	9,30	7,15	48,15	24,76	23,39
13	+Na ₄ P ₂ O ₇					
13	Saline	9,73	6,80	47,69	18,33	29,36
14	Lüneburg	9,73	7,33	55,61	28,18	27,43
15	Vakuumsalz	9,60	6,88	48,25 (52,44)	25,41 (24,33)	22,84 (27,88)
16	+Na ₄ P ₂ O ₇	9,60	7,51	57,61	25,41	32,20
17	Sonnensalz	9,31	6,89	42,75	20,81	21,94
18	Steinsalz	9,31	7,19	45,21	27,47	17,74
19	+Na ₄ P ₂ O ₇	9,40	6,76	38,61 (41,44)	21,61 (22,62)	17,00 (19,32)
20		9,40	7,51	40,18	20,58	19,60
21	Rheinsalz	9,55	6,77	46,02	21,08	24,94
22	Steinsalz	9,55	7,30	37,04	26,31	20,73
23	+Na ₄ P ₂ O ₇	9,30	7,25	42,15 (41,13)	19,07 (22,15)	23,08 (21,95)
24		9,30	7,02	41,30	22,16	19,14

Besprechung der Ergebnisse: Der p_H -Wert der Stein- und Siedesalzlösungen liegt im Durchschnitt um 2 p_H -Einheiten höher als des reinen Analysensalzes. Er liegt im pyrophosphatfreien Extrakt bei allen Salzen um 6. Der p_H -Wert in Salzlösungen mit Pyrophosphat beträgt bei allen Salzen etwa 9. Die Reaktion des Extraktes von 24 Stunden gelagertem Fleisch beträgt bei allen Salzen etwa $p_H=6$, bei Anwesenheit von Pyrophosphat $p_H=7$.

Die Ergebnisse mit schlachtwarm verarbeitetem Fleisch zeigen Unterschiede zwischen Siedesalz und Steinsalz, wobei die Extraktionsausbeuten mit Siedesalz an fibrillärem Eiweiß-N um etwa 9 % höher sind, als mit Steinsalz. Analysensalz zeigt etwa dieselben Werte wie Steinsalz. Noch deutlicher ist der Unterschied in den extrahierten Gesamt-N-Werten, wobei die Unterschiede etwa 13 % im Durchschnitt betragen. Eine statistische Sicherung dieser Unterschiede ist jedoch wegen der zu geringen Anzahl von Einzelversuchen nicht möglich. Bei der Extraktion mit 24 Stunden gelagertem Fleisch sind die Unterschiede in der Eiweiß-Ausbeute zwischen Stein- und Siedesalz nicht mehr signifikant. Die Extraktionsausbeute an fibrillärem Eiweiß-N ist insgesamt erheblich vermindert. Auch bei der Extraktion von Muskeleiweißkörpern mit Lösungen der verschiedenen Salze in Gegenwart von Pyrophosphat erweist sich Siedesalz extraktionsaktiver als Steinsalz, wenngleich die Unterschiede geringer sind.

6. Quellung:

Für die Quellungsstudien wurde die Methode herangezogen, welche auch K o t t e r (21) verwendete. Die Versuche wurden in Verbindung mit den Extraktionsversuchen durchgeführt. Die Salzlösungen und die Muskulatur waren also die gleichen wie bei den Extraktionen.

Nachdem ein Teil der quellbaren Proteine in Lösung gegangen war, wurde die Quellung der verbliebenen, ungelösten Anteile bestimmt. Da die Menge an gelöstem fibrillärem Muskeleiweiß bei Pyrophosphat und NaCl sehr unterschiedlich ist, wurde die Zunahme der Sedimentgewichte auf den Stickstoff der gesamten ursprünglich vorhanden gewesenen quellbaren Substanz der Fleischeinwaage - also einschließlich der durch das Inlösengehen verlorengegangenen Menge - (in % des Gesamt-N) umgerechnet. Die Menge der in der Muskulatur vorhandenen quellbaren N-Substanz wurde mit 65 % angenommen.

Die Berechnung erfolgte nach folgendem Schema:

$$\text{Quellbarer N im Sediment} = \text{quellbarer Gesamt-N (65 \%)} - \text{extrahierten fibr. N}$$

$$\text{Sedimentgewicht} - \text{Muskeleinwaage (20 g)} = \text{H}_2\text{O-Retention}$$

$$\frac{\text{Quellbarer Gesamt-N (65)} \times \text{H}_2\text{O-Retention} \times 100}{\text{Quellbarer N im Sediment} \times \text{Muskeleinwaage}} = \text{Quellung in \%}$$

In Tabelle VII sind die Quellungsergebnisse mit den verschiedenen Salzen zusammengefaßt.

Tabelle VII: Einfluß der Kochsalze auf die Quellbarkeit des Fleisches.

Bezeichnung des Salzes	Quellung in % schlachtwarmen Fleisches	Quellung in % nach 24-stündiger Lagerung des Fleisches
NaCl	267,6 213,8 (203,93) 131,4	240,40 178,30 (193,3) 158,20
Schöninger	162,2	51,50
Siedesalz	246,8 (193,3)	109,60 (78,51)
Körmung fein	167,8	74,42
Saline	130,0	36,90
Lüneburg	112,3 (163,33)	79,40 (87,50)
Siedesalz Nr. 2	244,3	46,30
Saline	250,0	80,20
Lüneburg	93,5 (144,9)	136,90 (108,20)
Vakuumsalz	146,7	107,50
Sonnensalz	295,4	144,00
Steinsalz	338,7 (295,6) 252,8	197,90 (174,33) 181,61
Rheinsalz	253,2	194,40
Steinsalz	283,2 (271,25) 368,1	160,31 (174,67) 172,31

Besprechung der Ergebnisse: Die einzelnen Quellresultate der verschiedenen Salze streuen sehr stark. Siedesalz, Vakuumsalz und Analysensalz zeigen bei schlachtwarmem Fleisch einen niedrigeren Quellwert als Steinsalz. Diese Unterschiede zeigen sich auch bei 24 Stunden gelagertem Fleisch, insgesamt hat aber die Quellfähigkeit des gelagerten Fleisches stark abgenommen (ungefähr 100 %).

7. Wirkung der Kochsalze auf das Wachstum von Salmonellen:

B e r g m a n n und S e i d e l (2) haben die Resistenz von Salmonellen gegenüber Kochsalz geprüft und mit Kochsalzkonzentrationen im Agar von 5%, 10%, 15%, 20% und 30% gearbeitet. Bei den hier durchgeführten Untersuchungen wurde im Agar eine Kochsalzkonzentration von 3% und 10% hergestellt. Eine volle Öse Salmonellenkultur wird auf die jeweilige Agar-Platte ausgestrichen. Bei 10%igem Kochsalz-Agar konnte eine Hemmung beobachtet werden, während bei 3%igem Agar die Wachstumshemmung nur vorübergehend war. Dies entspricht den Angaben von B e r g m a n n und S e i d e l. Nach E i s e n b e r g (7) wird eine Agar-Platte mit einer Salzlösung von bestimmter Konzentration überschichtet, bis zum völligen Eindringen der Salzlösung in den Agar in den Brutschrank gestellt und dann beimpft. Die Ergebnisse werden täglich bis zu 3 Tagen abgelesen.

Bei den Versuchen wurde eine 3%ige und eine 10%ige Lösung der verschiedenen Salze verwendet.

Besprechung der Ergebnisse: Nach 24 Stunden konnte auf den mit 3%igen Kochsalzlösungen überschichteten Platten, verglichen mit Agar-Platten ohne Salzzusatz, eine deutliche Wachstumshemmung beobachtet werden. Nach weiteren 2 Tagen war die Hemmung wieder aufgehoben, während sie zu dieser Zeit auf den 10%igen Platten noch deutlich sichtbar war. Die verschiedenen Kochsalzarten verhalten sich gleich.

D. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit waren die Wirkungen der im Handel befindlichen Kochsalzarten auf das Fleisch bei der Verarbeitung zu untersuchen. Zur Bestimmung der Salzwirkung auf das Fleisch wurden insbesondere die Methoden der Extraktion und Quellung herangezogen, wie sie K o t t e r (21) in seinen Versuchen verwendete. Daneben wurden die Salze analysiert, Volumina und Lösungsgeschwindigkeiten bestimmt, Geschmacksproben vorgenommen und das Bakterienwachstum untersucht. Die Ergebnisse: Die Extraktionsversuche deuten darauf hin, daß Siedesalz die Extraktion von fibrillärem Muskelweiß stärker fördert als Stein- und Analysensalz. Die Ursache hierfür könnte in der unterschiedlichen Zusammensetzung der verwendeten Salze begründet sein. Die Vermutung eines solchen Zusammenhanges wird durch die Analysenergebnisse unterstützt, die Unterschiede insbesondere im Mg-Gehalt ergaben. Die unterschiedlichen NaCl-Gehalte wirken sich auf die Ionenstärke der Kochsalzlösungen nur ganz geringfügig aus, so daß der unterschiedliche NaCl-Gehalt als Ursache für verschiedene Extraktionsausbeuten nicht in Betracht kommt. Inwieweit den nicht nachgewiesenen Substanzen in Höhe bis zu 1% hierbei eine Bedeutung zukommt, muß an dieser Stelle unerörtert bleiben. Die erhöhte Extraktionsausbeute an Muskelprotein mit Siede- und Vakuumsalzen gegenüber Steinsalz fällt mit einem höheren Mg-Gehalt dieser Salze zusammen. Daraus ergibt sich die Vermutung, daß durch die erhöhte Mg-Zufuhr die Extraktion gefördert wird. Die Bindung der ATP und der kondensierten Phosphate an das Eiweiß wird durch Mg-Ionen vermittelt. Eine Mg-Zufuhr könnte also die ATP-Bindung und das Eiweiß aktivieren, wodurch das Aktomyosin vermehrt dissoziiert. Die Ursache dafür, daß Pyrophosphat bei schlichtwarmem Fleisch eine wesentliche Steigerung nicht herbeiführen konnte, dürfte darin liegen, daß das Fleisch wenig enthält, die durch Dissoziation des Aktomyosins dessen Extrahierbarkeit begünstigt. Dies wird durch die Feststellung erhärtet, daß durch 3%ige Kochsalzlösungen der Extraktionserfolg nach 24-stündiger Lagerung des Fleisches erheblich abnahm, da zu dieser Zeit die ATP schon weitgehend abgebaut war. Eine gewisse unterschiedliche Wirksamkeit der verschiedenen Salze deutet sich auch hier an. Ob wegen der Lagerung des Fleisches bei Temperaturen knapp über 0° C der Ablauf der fermentativen Vorgänge so weitgehend verzögert wurde, daß noch gewisse Mengen an ATP vorhanden waren, kann nicht entschieden werden, wenn dies auch nahe liegt, nachdem für $MgCl_2$ in Abwesenheit organischer oder anorganischer Polyphosphate bisher kein fördernder Effekt festgestellt wurde. Diese Frage kann erst in weiteren Modellversuchen geklärt werden. Zusammenfassend ist zu den hier durchgeführten Extraktionsversuchen zu sagen, daß die fest-

gestellten Unterschiede in der Extraktionswirkung der Salze damit nicht als erwiesen angesehen werden können. Für die statistische Sicherung der vermuteten unterschiedlichen Wirkung der Salze ist wegen der starken Streuung der Ergebnisse eine sehr große Anzahl von Extraktionsversuchen notwendig.

Da Jod in den untersuchten Salzen nicht nachgewiesen werden konnte, war von dieser Seite auch kein extraktionsfördernder Effekt zu erwarten. Es wäre interessant, die im Handel befindlichen jodierten Kochsalze in derartige Versuchsreihen einzuschalten.

Bei den Quellversuchen zeigen die verschiedenen Salze ebenfalls unterschiedliche Wirkungen. Siedesalz scheint im Durchschnitt die Quellung weniger zu fördern als Steinsalz. Bestimmte Aussagen sind jedoch nicht möglich, da die Quellungswerte der einzelnen Kochsalze zu stark streuen. Offenbar spielen auch individuelle Eigenschaften des Fleisches eine Rolle.

3%ige Siede- und Vakuumsalzlösungen besitzen eine Oberflächenspannung von etwa 75 dyn/cm und entsprechen etwa somit derjenigen von analysenreinen Salzlösungen. Steinsalzlösungen haben dagegen mit etwa 67 dyn/cm eine wesentlich geringere Oberflächenspannung. Die Ursache hierfür könnte in Verunreinigungen mit organischen Substanzen liegen. Die Grenzflächenspannung 3%iger Kochsalzlösungen gegen Olivenöl beträgt bei Siede- und Vakuumsalz 16,6 dyn/cm, bei Steinsalz 15,5 dyn/cm. Der Unterschied von nur 1 dyn/cm fällt für die Emulgierbarkeit des Fettes nicht ins Gewicht.

Bei den Volumenuntersuchungen konnte festgestellt werden, daß das Volumen von Siedesalz beträchtlich größer als das des Steinsalzes ist. Im Vakuum verringert sich das Volumen von Siedesalz mit der Zeit wesentlich stärker als das des Steinsalzes. Nach 6-stündiger Vakuumeinwirkung erreichen die Volumina von Stein- und Siedesalz annähernd den gleichen Wert. Siedesalz, das in Hohlpyramiden kristallisiert, hat ursprünglich gegenüber Steinsalz ein sehr hohes Volumen. Durch die Evakuierung wird die Luft aus den Siedesalzhohlpyramiden verdrängt, wodurch sich das angezeigte Volumen vermindert. Dieses Ergebnis bestätigt also gewissermaßen die von einigen Autoren (10, 13, 24) mikroskopisch ermittelte Struktur der Kochsalze. Metzger, die nicht mit abgewogenen, sondern nur mit abgemessenen (handvoll) Kochsalzmengen arbeiten, haben sich daher bei der Umstellung von einer Salzart auf die andere in den Mengen vergreifen können.

Die Untersuchungen der Lösungsgeschwindigkeit ergaben für Siede- und Vakuumsalz eine größere Lösungsgeschwindigkeit als für Steinsalz. Die Lösungsge-

schwindigkeit von Saline Lüneburg, Körnung Nr. 2 liegt etwa zwischen Stein- und Siedesalz Schöninger. Auf Grund der geringen Lösungsgeschwindigkeit des Steinsalzes besteht die Gefahr, daß das Wurstgut zunächst zu milde gesalzen erscheint, was den Metzger dazu verleitet, weitere Salzmenngen hinzuzugeben, wodurch schließlich ein Übersalzene: Erzeugnis entsteht. Die Ergebnisse aus Vakuum- und Löslichkeitsbestimmungen bestätigen die Angaben von G r a u (10), der auch erstmals auf die angeführten Gefahren hinweist.

Bezüglich der Wachstumshemmung von Salmonellen konnten die Ergebnisse von E i s e n b e r g (7) sowie von B e r g m a n n und S e i d e l (2) bestätigt werden. Bei 10%iger Kochsalzkonzentration im Agar konnte eine dauernde Wachstumshemmung von Salmonellen festgestellt werden, während eine 3%ige Kochsalzkonzentration nur eine vorübergehende Wachstumshemmung verursachte.

E. Zusammenfassung

Die Literatur über physikalische und chemische Unterschiede der Kochsalze wurde besprochen und die Methoden zur Untersuchung der unterschiedlichen Wirkung der Salze auf Fleisch eingehend gewürdigt.

In eigenen Untersuchungen wurden folgende Eigenschaften der verschiedenen Kochsalze festgestellt:

1. Der Gehalt an NaCl schwankt um 1 - 2%. Steinsalz enthält etwa 1% NaCl weniger als Siedesalz. Siedesalz hat einen höheren Mg-Gehalt. Spuren von PO_4 konnten nachgewiesen werden. Alle verwendeten Salze sind jodfrei.
2. Siedesalz hat ein größeres Volumen als Steinsalz.
3. Siedesalz löst sich wesentlich schneller als Steinsalz.
4. Die Oberflächenspannung von Steinsalzlösungen ist gegenüber Siede- Analysen- und Vakuumsalzlösungen erniedrigt. Die Grenzflächenspannung gegenüber Olivenöl ist bei allen Salzen ungefähr gleich. In den mit Pyrophosphat versetzten Lösungen entspricht die Oberflächenspannung der von Kochsalzlösungen. Die Grenzflächenspannung dagegen ist stark erniedrigt.
5. Mit Siede- und Vakuumsalz war etwas mehr fibrilläres Muskeleiweiß aus Fleisch zu extrahieren als mit Steinsalz. Auffallend ist, daß Siede- und Vakuumsalz auch einen höheren Mg-Gehalt aufweisen. Nach 24-stündiger Lagerung des Fleisches sind die Extraktionsausbeuten insgesamt wesentlich geringer. Ein signifikanter Unterschied in den Extraktionswirkungen der verschiedenen Salze ist hierbei nicht mehr gegeben. Bei Gegenwart von Pyrophosphat im Fleischbrei sind Unterschiede in der Extraktionsausbeute der verschiedenen Salze nicht mehr gegeben.
6. In geschmacklicher Hinsicht waren keine Unterschiede feststellbar.
7. Steinsalzlösungen begünstigen die Quellung des Muskeleiweißes etwas mehr als Siedesalzlösungen.
8. Bei 10%igem Kochsalzgehalt des Nährmediums tritt bei Salmonellen eine dauernde Wachstumshemmung auf, bei 3%igen Medien nur eine vorübergehende. Keines der Salze übt aber eine besondere Wirkung auf Salmonellen aus.

F. Literaturverzeichnis

- 1.) Autenrieth u. Keller: Quantitative chem.Analyse,
1951, 23-24;
- 2.) Bergmann, G., u. G. Seidel: Die Wirkung von Kochsalz auf
Mikroorganismen.
Arch.f.Lebensmittelhygiene, 8
(1957), 30-33;
- 3.) Bretnütz, A.: Untersuchungen d.Steinsalzes von
Benther Salzgebirge bei Hannover.
Diss.med.vet.Hannover 1950;
- 4.) Dubuissou, M.: Muscle Activity and Muscle Proteins
Biol.Rev.Cambridge Phil.Soc.,
25 (1950), 4 6;
- 5.) Dubuissou, M.: Der Einfluß verschiedener Ionen
auf die Extrahierbarkeit der
Proteine aus ruhender und kontra-
hrierender Muskulatur.
Biochim.Biophys.Acta, 5 (1950), 489;
- 6.) Dubuissou, M.: Chemistry of Muscle.
An.Rev.Biochem., 21 (1952), 387;
- 7.) Eisenberg, Ph.: Wirkung von Salzen und Ionen auf
Bakterien. Zentral.f.Bakteriologie,
82 (1920), 69-208;
- 8.) Erdös, T.: The effect of salts and the
isoelectric point of casein.
Stud.Inst.Med.Chem.Szeged 2
(1942), 37;
- 9.) Ghosh, B.N., u.E. Mihályi: Binding of Ions by myosin.
Arch.Biochem.Biophys.41 (1952), 107;
- 10.) Grau, R.: Stein- oder Siedesalz in der Flei-
scherei. Fleischwirtschaft 16
(1940), 7-9;

- 11.) Gruber, R.: Grenzflächenaktivität versch.Brätzzusätze.
Diss.med.vet., München, 1953;
- 12.) Grüttner, F.: Grundsätzliches über Fetteemulsionen.
Die Fleischwirtschaft, 11 (1956), 672-673;
- 13.) Hefelmann, R.: Borsäurehaltiges Kochsalz.
Arch.f.Lebensmittelhygiene 11 (1900), 677;
- 14.) Hempel, S.: Kochsalzkristallisation.
Konserventechn.Taschenbuch, 12 (1950), 117;
- 15.) Hesselbach, W., u.
W. Schneider: Der L-Myosin- und Aktiningehalt d.Kan.Mus.
Biochem.Z. 321 (1951), 462;
- 16.) Jander, W.: Lehrbuch d.anorg.chem.Prakt. 2 (1940), 125;
- 17.) Jellinek, G.: Geschmackspr. Als Hilfsm.d.Forschung,
Teil I Methoden d.Geschmackspr.
Z.f.Fette, Seifen, Anstrichmittel, 58
(1956) 910-919;
- 18.) Kanz, E.: Geschmackstestung. Arch.f.Hygiene, 136
(1951), 83 - 149;
- 19.) Klement, H.: Die Extrahierbarkeit v.Muskeleiweißkörpern
a.Kaninchenmuskeln m.Lös.versch.Salze.
Diss.med.vet., München, 1956;
- 20.) Koller, R.: Kochsalz als Pökelstoff.
Z.z. Unters.d.Nahrungs-u.Genußmittel 68
(1941), 227;
- 21.) Kotter, L.: Wirkung kondensierter Phosphate u.anderer
Salze auf tierisches Eiweiß.
Habil.med.vet.München, 1957;
- 22.) Kreis, H.: Tafelsalze. Z.z.Unters.d.N.-u.G.-Mittel,
24 (1912), 601;
- 23.) Kreis, H.: Kochsalz Wassergehalt.
Z.f.Fl.-u.M-Hygiene, 16 (1908), 309;
- 24.) Kreis, H.: Kochsalz. Z.f.Fl.-u.M-Hygiene, 13
(1907), 309;

- 25.) Lorenz, H.: Diss.med.vet., München, in Vorbereitung;
- 26.) Müller, Gertrud: Die Wirkung v.portug.Salz auf Sardinien. Z.z.Unters.d.M.-G.-Mittel, 93 (1951), 168;
- 27.) Ohly, G.: Kochsalz. Der Gesundheitsspiegel, Heft 12, (1956);
- 28.) Raab, L.: Die Wirkung versch.Salzlösungen a.Gelatine u.lyophilisiertes Aktomyosin. Diss.med.vet., München 1955;
- 29.) Röhrig, A.: D.Unterschied zwischen Stein- u. Siedesalz D.N.R. 19 (1929), 145;
- 30.) Röhrig, A.: Kochsalz. Z.f.Fl.-u.M.Hygiene, 17 (1909), 108;
- 31.) Serkowsky und Tomezak: D.Einfluß d.Kochsalzes a. Bakterien d. Fleischvergifter. Z.z. Unters.N.-u.G.-Mittel, 21 (1911), 211;
- 32.) Smith, Blumer, Williams und Tyler: Kristallgrösse d. Kochsalzes. Z.f.Fleisch-u.Milch-Hygiene, 94 (1952), 40;
- 33.) Spicer, S.S.: The clearing response of aktomyosin to adenosintriphosphate. J.Brit.Chem. 199 (1952) 301;
- 34.) Swift, C.E., u. Ellis: The action of phosphates in sousage products. Factors affecting the water retention of phosphatetreated ground meat. Food Technology 10 (1956), 546;
- 35.) Tressler und Murray: Zit. nach 2.
- 36.) Weber, H.H., und D. Nachmannsohn: D.Unabhängigkeit d. Eiweißhydration v.d. Eiweißdissatation, Biochem. Z. 204 (1929), 215;

- 37.) Wierbicki, E., V.R. Cahill
u.F.E.Deatherage: Effects of added sodium chloride,
potassium chloride, magnesium chloride,
and citric acid in meat shrinkage at
70°C. and of added sodium chloride on
drip losses after freezing and thawing.
Food Technology 11 (1957), 74;
- 38.) Zellner, H.: Kochsalzproblem.
Z.f.N.-u.G.Mittel, 24 (1919), 192;
- 39.) Zellner, H.: Kochsalzproblem. Chem.Z., 54 (1930),
193.

Am Schluß meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht,
Herrn Professor Dr. H. S e d l m e i e r für die Über-
lassung des Themas und sein großes Entgegenkommen meinen
ergebensten Dank auszusprechen.

Herrn Dr. Ludwig K o t t e r und Herrn Dr. Oskar P r ä n d l
danke ich für die zahlreichen Anregungen und für die mir jeder-
zeit gewährte Unterstützung.

6. Lebenslauf

Am 24. April 1930 wurde ich, Oskar Just, als Sohn des Oberlehrers Oskar Just und dessen Ehegattin Elisabeth, geb. Heinisch, in Hotzenplotz, Sudetenland, geboren.

Nach Besuch von 4 Klassen Volksschule, trat ich in die Hauptschule in Hotzenplotz ein. 1945, ich war damals gerade in der 5. Klasse, wurden wir aus der Heimat vertrieben und im Bamberger Umland angesiedelt. Ich besuchte die Aufbauschule in Bamberg und legte 1951 die Reifeprüfung ab. Im Sommersemester 1952 begann ich mit dem tierärztlichen Studium an der Universität München, nachdem ich das Aufbausemester abgeleistet hatte. Im Herbst 1956 bestand ich die tierärztliche Prüfung.

Nach dem Staatsexamen leistete ich am Institut für Nahrungsmittelkunde der tierärztlichen Fakultät der Universität München 3 Monate meiner Praktikantenzeit ab. Mit dieser Arbeit beschäftige ich mich seit 1954.

